

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# ⑫ Offenlegungsschrift ⑩ DE 101 45 622 A 1

⑤1 Int. Cl.7:  
**F 16 K 31/02**  
F 02 M 47/00  
F 15 B 3/00  
F 15 B 13/043

②1 Aktenzeichen: 101 45 622.0  
②2 Anmeldetag: 15. 9. 2001  
④3 Offenlegungstag: 10. 4. 2003

DE 101 45 622 A 1

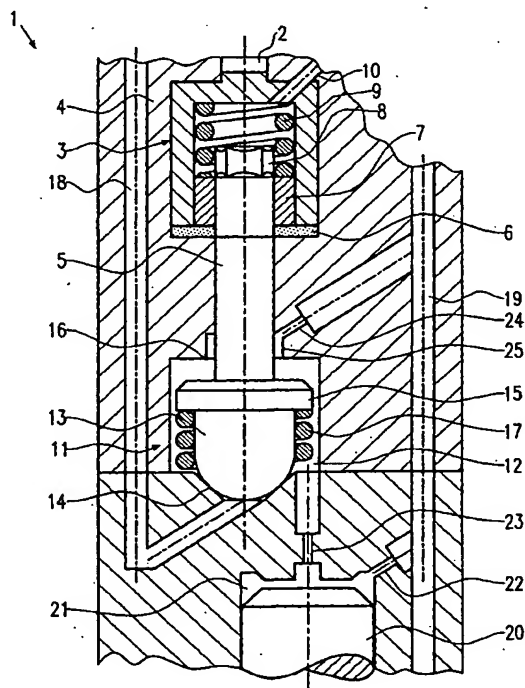
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Boecking, Friedrich, 70499 Stuttgart, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten

⑤7 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten mit einem Piezoaktor (2), einem Übersetzer (3) zur Übersetzung des Piezoaktorhubes, einem nach innen öffnenden Steuerventil (11), welches in einem Ventilraum (12) angeordnet ist und an einem ersten Ventilsitz (14) eine Verbindung zu einer Niederdruckleitung (18) verschließt, und einer in dem Steuerraum (21) angeordneten Düsenadel (20). Der Steuerraum (21) ist über eine erste Zulaufdrossel (22) mit einer Hochdruckleitung (19) und über eine Drossel (23) mit dem Ventilraum (12) verbunden, wobei der Ventilraum (12) über eine zweite Zulaufdrossel (24) mit der Hochdruckleitung (19) verbunden ist, um ein schnelles Schließen des Ventils zu ermöglichen.



DE 101 45 622 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten und insbesondere ein Kraftstoffeinspritzventil für ein Speichereinspritzsystem.

[0002] Ventile zum Steuern von Flüssigkeiten sind in vielfältigen Ausführungsformen aus dem Stand der Technik bekannt. Insbesondere sind Ventile bekannt geworden, welche zur Erhöhung der Schließgeschwindigkeit des Ventils mit einem zweiten Zulauf ausgebildet sind, welcher ein schnelleres Schließen eines Steuerventils des Ventils ermöglicht und damit auch Schließgeschwindigkeit des Einspritzventils erhöht.

[0003] Nachteilig bei den bekannten Ausführungsformen ist jedoch, dass diese bisher nur bei nach außen öffnenden Ventilen eingesetzt werden können, bei denen der Piezoaktor und das Steuerventil in die gleiche Richtung arbeiten. Dadurch weisen die bekannten Ventile jedoch eine relativ große Bauhöhe auf, sodass die Ventile eine insgesamt relativ große Längsausdehnung haben. Da insbesondere in den Motorräumen jeweils nur ein relativ geringer Einbauraum zur Verfügung steht, wäre es wünschenswert, wenn kompaktere Einspritzventile zur Verfügung stünden.

## Vorteile der Erfindung

[0004] Das erfindungsgemäße Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass es eine besonders kurze Schließzeit aufweist und ein Steuerventil dabei als nach innen öffnendes Ventil ausgebildet ist. Dadurch kann das erfindungsgemäße Ventil sehr kompakt aufgebaut sein und weist nur eine relativ geringe Längserstreckung auf. Beim erfindungsgemäßen Ventil sind somit die Betätigungsrichtungen des Piezoaktors und des Steuerventils entgegengesetzt. D. h. wenn der Piezoaktor angesteuert wird und sich in eine Richtung längt, wird ein Steuerventil des Ventils derart betätigt, dass es sich in die entgegengesetzte Betätigungsrichtung des Piezoaktors bewegt und dadurch ein Ventiltglied von einem Ventilsitz abhebt, um ein Öffnen des Ventils durch Herstellen einer Verbindung mit einem Niederdruckbereich zu ermöglichen. Um ein schnelles Schließen des Ventils zu ermöglichen, ist dabei eine zweite Zulaufdrossel vorgesehen, welche mit einem Ventilraum des Steuerventils verbunden ist. Dabei verbindet die zweite Zulaufdrossel den Ventilraum unmittelbar mit einer Hochdruckleitung.

[0005] Vorzugsweise ist am Steuerventil ein zweiter Ventilsitz, entgegengesetzt zum ersten Ventilsitz, vorgesehen, sodass im geöffneten Zustand des Steuerventils die Verbindung vom Ventilraum zur Hochdruckleitung über die zweite Zulaufdrossel am zweiten Ventilsitz verschlossen ist. Dadurch können die Leckageverluste bei geöffnetem Steuerventil minimiert werden.

[0006] Vorteilhafterweise ist am Steuerventil zum Verschließen des zweiten Ventilsitzes ein plattenförmiges Element vorgesehen und der zweite Ventilsitz ist als Flachsitz ausgebildet. Dadurch kann das Steuerventil besonders einfach und kompakt aufgebaut sein.

[0007] Um eine möglichst geringe Teileanzahl aufzuweisen, ist das plattenförmige Element zum Verschließen des zweiten Ventilsitzes gleichzeitig auch als Federsitz für eine Öffnungsfeder des Steuerventils ausgebildet.

[0008] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist der Übersetzer des Ventils zum Steuern von Flüssigkeiten als ein hydraulischer Übersetzer ausgebildet. Der hydraulische Übersetzer um-

fasst dabei einen ersten Kolben, einen zweiten Kolben und einen in Wirkrichtung zwischen den beiden Kolben angeordneten Fluidraum. Es sei angemerkt, dass der hydraulische Übersetzer auch nur als hydraulischer Koppler ausgebildet sein kann, welcher keine Übersetzung des Piezoaktorhubes bereitstellt, sondern nur temperaturbedingte Längenänderungen des Piezoaktors ausgleicht.

[0009] Besonders bevorzugt ist der hydraulische Übersetzer derart ausgebildet, dass die beiden Kolben eine zueinander entgegengesetzte Bewegungsrichtung aufweisen. Dadurch kann eine Verwirklichung der Bewegung des Steuerventils entgegen einer Bewegung des Piezoaktors besonders einfach realisiert werden.

[0010] Um besonders kostengünstig herstellbar zu sein, ist am zweiten Kolben eine Buchse angeordnet, welche mit dem Fluidraum des hydraulischen Übersetzers in Verbindung steht. Die Buchse ist dabei fest z. B. mittels einer Pressspannung mit dem zweiten Kolben verbunden. Es sei angemerkt, dass an Stelle der Buchse auch ein einstückiger Kolben mit verwendet werden kann, welcher als abgestufter Kolben mit unterschiedlichen Durchmessern ausgebildet ist.

[0011] Besonders bevorzugt ist die Buchse des zweiten Kolbens bzw. der zweite abgestufte Kolben gleichzeitig auch als Federsitz für eine Dichtfeder des hydraulischen Übersetzers ausgebildet.

[0012] Vorzugsweise wird die Dichtfeder des hydraulischen Übersetzers auch gleichzeitig als Vorspannfeder für den Aktor verwendet. Hierzu kann besonders bevorzugt der erste Kolben als topfförmiger Kolben ausgebildet sein, an dessen innerer Grundfläche die Dichtfeder angreift und dessen äußere Grundfläche mit dem Piezoaktor in Verbindung steht. Vorzugsweise ist dabei der zweite Kolben des hydraulischen Übersetzers noch an den zylinderförmigen Innenwänden des ersten Kolbens geführt. Dadurch kann ein besonders kompakter Aufbau des erfindungsgemäßen Ventils erreicht werden.

[0013] Das erfindungsgemäße Ventil wird besonders bevorzugt als Kraftstoffeinspritzventil bei Speichereinspritzsystemen verwendet. Durch die kompakte Bauweise und die schnelle Schließgeschwindigkeit des erfindungsgemäßen Ventils können dabei der Kraftstoffverbrauch und die Abgasemissionen positiv beeinflusst werden.

## Zeichnung

[0014] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt die einzige

[0015] Fig. 1 eine geschnittene Teilansicht eines Ventils zum Steuern von Flüssigkeiten gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0016] In Fig. 1 ist ein Kraftstoffeinspritzventil für ein Speichereinspritzsystem gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt.

[0017] Wie in Fig. 1 gezeigt, umfasst das Ventil 1 einen Piezoaktor 2, welcher über einen hydraulischen Übersetzer 3 mit einem Steuerventil 11 verbunden ist. Der hydraulische Übersetzer 3 umfasst einen ersten Kolben 4, einen zweiten Kolben 5, einen Fluidraum 6 und eine Buchse 7, welche mittels einer Pressspannung mit dem zweiten Kolben 5 verbunden sind. Weiterhin ist am hydraulischen Übersetzer 3 eine Dichtfeder 9 vorgesehen, welche sich an der Buchse 7 abstützt. Zur Zentrierung der Dichtfeder 9 ist am ersten Kolben 5 eine Mutter 8 aufgeschraubt. Auftretende Leckageverluste am hydraulischen Übersetzer können über eine Befül-

leitung 10 ausgeglichen werden.

[0018] Wie in Fig. 1 gezeigt, ist der erste Kolben 4 im Wesentlichen topfförmig ausgebildet, wobei der äußere Bodenbereich des ersten Kolbens 4 mit dem Piezoaktor 2 in Verbindung steht. Am inneren Bodenbereich des topfförmigen ersten Kolbens 4 stützt sich die Dichtfeder 9 ab. Weiterhin dienen die inneren zylindrischen Wände des ersten Kolbens 4 als Führungseinrichtung für den zweiten Kolben 5. Der Fluidraum 6 des hydraulischen Übersetzers ist dabei derart angeordnet, dass er einerseits mit dem zylinderringförmigen Rand des ersten Kolbens 4 und andererseits mit dem ebenfalls zylinderringförmigen Endbereich der Buchse 7 in Verbindung steht (vgl. Fig. 1). Abhängig von den jeweils gewählten zylinderringförmigen Endflächen des ersten Kolbens 4 und der Buchse 7 kann der Hub des Piezoaktors 2 übersetzt werden.

[0019] Wie in Fig. 1 dargestellt, ist der zweite Kolben 5 unmittelbar mit dem Steuerventil 11 verbunden. Genauer steht der zweite Kolben 5 mit einem plattenförmigen Element 15 in Verbindung, an welchen das Ventilglied 13 des Steuerventils 11 angeordnet sind. Das Steuerventil 11 weist einen ersten Ventilsitz 14 und einen zweiten Ventilsitz 16 auf, welche jeweils an gegenüberliegenden Seiten des Ventilglieds 13 angeordnet sind. Weiter umfasst das Steuerventil 11 eine Feder 17, welche den Öffnungsvorgang des Steuerventils 11 unterstützt. Wie in Fig. 1 gezeigt, ist das Steuerventil 11 dabei in einem Ventilraum 12 angeordnet.

[0020] Der Ventilraum 12 steht einerseits über eine Ablaufdrossel 23 mit einem Steuerraum 21 des Ventils in Verbindung und andererseits über einen Ringraum 25 und eine zweite Zulaufdrossel 24 mit einer Hochdruckleitung 19 in Verbindung. Eine erste Zulaufdrossel 22 verbindet die Hochdruckleitung 19 mit dem Steuerraum 21. Weiterhin ist in bekannter Weise im Steuerraum 21 eine Düsenadel 20 angeordnet, welche den Ventilsitz des Ventils 1 öffnet bzw. verschließt.

[0021] Im unbetätigten Zustand des Piezoaktors, welcher in Fig. 1 dargestellt ist, verschließt das Steuerventil 11 den ersten Ventilsitz 14.

[0022] Wenn nun eine Einspritzung von Kraftstoff erfolgen soll, wird der Piezoaktor 2 angesteuert, sodass sich der Piezoaktor 2 in Richtung des Steuerventils längt und dabei den ersten Kolben 4 nach unten bewegt. Durch die Bewegung des ersten Kolbens 4 nach unten wird ein bestimmter Betrag an Fluid im Fluidraum 6 verdrängt, sodass sich die Buchse 7 und mit der Buchse 7 der zweite Kolben 5 nach oben entgegen der Federkraft der Dichtfeder 9 bewegt. Durch diese Bewegung des zweiten Kolbens 5 nach oben wird das Ventilglied 13 des Steuerventils 11 ebenfalls nach oben bewegt, wobei die Bewegung des Ventilglieds 13 durch die Feder 17 unterstützt wird. Da das Ventilglied 13 von seinem ersten Ventilsitz 14 abgehoben ist, ist eine Verbindung zwischen dem Steuerraum 21 über die Ablaufdrossel 23 und den Ventilraum 12 zur Niederdruckleitung 18 hergestellt. Dadurch sinkt der Druck im Steuerraum 21 und die Düsenadel 20 bewegt sich nach oben, sodass eine Einspritzung von Kraftstoff erfolgen kann.

[0023] Wie oben ausgeführt wurde, sind beim erfindungsgemäßen Ventil 1 die Bewegungsrichtungen des Piezoaktors 2 einerseits und des Steuerventils 11 andererseits entgegengesetzt, da das Steuerventil 11 als nach innen öffnendes Ventil ausgebildet ist und der hydraulische Übersetzer 3 den Hub des Piezoaktors in umgekehrter Richtung übersetzt.

[0024] Wie in Fig. 1 gezeigt, kann gleichzeitig mit dem Öffnen des Steuerventils 11 auch eine Verbindung zwischen dem Ventilraum 12 und der zweiten Zulaufdrossel 24 verschlossen werden, da das plattenförmige Element 15 des Steuerventils 11 am zweiten Ventilsitz 16 die Verbindung

am Ringraum 25 zur zweiten Zulaufdrossel 24 verschließt. Dadurch können insbesondere die Leckageverluste bei geöffnetem Steuerventil 11 gering gehalten werden.

[0025] Wenn das Ventil 1 geschlossen werden und somit die Einspritzung von Kraftstoff beendet werden soll, wird der Piezoaktor 2 wieder angesteuert, sodass er seine ursprüngliche Länge einnimmt, wobei der erste Kolben 4 und der zweite Kolben 5 mittels der Dichtfeder 9 wieder in ihre Ausgangspositionen gebracht werden, sodass das Steuerventil 11 wieder am ersten Ventilsitz 14 anliegt. Dadurch kann sich im Steuerraum 21 wieder ein höherer Druck aufbauen. Hierbei erfolgt der Druckaufbau im Steuerraum 21 einerseits über die erste Zulaufdrossel 22 und andererseits über die zweite Zulaufdrossel 24, den Ringraum 25, den Ventilraum 12 und die Ablaufdrossel 23. Dabei kehrt sich die Strömungsrichtung in der Ablaufdrossel 23 im Vergleich mit geöffnetem Steuerventil um. Durch diese Ausbildung wird ein schnelleres Schließen erreicht, da der Druckaufbau im Steuerraum 21 über die beiden Zulaufdrosseln 22 und 24 schneller erfolgen kann. Durch den Druckaufbau im Steuerraum 21 wird die Düsenadel 20 wieder in bekannter Weise nach unten bewegt und somit eine Einspritzung von Kraftstoff beendet.

[0026] Erfindungsgemäß kann somit durch die Verwendung des nach innen öffnenden Steuerventils 11 und der Ausbildung des hydraulischen Übersetzers 3 mit dem topfförmigen ersten Kolben 4, in welchem die weiteren Bauteile des hydraulischen Übersetzers angeordnet sind, ein besonders kompakter Aufbau insbesondere hinsichtlich der Längserstreckung des Ventils 1 erreicht werden. Durch die vorteilhafte Ausbildung der zweiten Zulaufdrossel 24 ist dabei insbesondere auch ein schnelles Schließen des erfindungsgemäßen Ventils 1 möglich.

[0027] Die vorhergehende Beschreibung des Ausführungsbeispiels gemäß der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihre Äquivalente zu verlassen.

#### Patentansprüche

1. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten umfassend einen Piezoaktor (2), einen Übersetzer (3) zur Übersetzung eines Piezoaktorhubes, ein nach innen öffnendes Steuerventil (11), welches in einem Ventilraum (12) angeordnet ist und an einem ersten Ventilsitz (14) eine Verbindung zu einer Niederdruckleitung (18) verschließt, und eine in einem Steuerraum (21) angeordnete Düsenadel (20), wobei die Bewegung der Düsenadel über das Steuerventil (11) gesteuert wird, der Steuerraum (21) über eine erste Zulaufdrossel (22) mit einer Hochdruckleitung (19) verbunden ist und über eine Drossel (23) mit dem Ventilraum (12) verbunden ist, und wobei der Ventilraum (12) über eine zweite Zulaufdrossel (24) mit der Hochdruckleitung (19) verbunden ist, um ein schnelles Schließen der Düsenadel zu ermöglichen.
2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass am Steuerventil (11) ein zweiter Ventilsitz (16) vorgesehen ist, sodass bei geöffnetem ersten Ventilsitz (14) des Steuerventils (11) die Verbindung vom Ventilraum (12) zur Hochdruckleitung (19) über die zweite Zulaufdrossel (24) am zweiten Ventilsitz (16) verschließbar ist.
3. Ventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Ventilsitz (16) als Flachsitz ausgebildet

ist, welcher von einem plattenförmigen Element (15) verschließbar ist.

4. Ventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das plattenförmige Element (15) gleichzeitig auch als Federsitz für eine Öffnungsfeder (17) des Steuer- 5  
ventils (11) ausgebildet ist.

5. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Übersetzer als hydraulischer Übersetzer mit einem ersten Kolben (4) und einem zweiten Kolben (5) und einem Fluidraum (6) ausgebil- 10  
det ist.

6. Ventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der hydraulische Übersetzer derart ausgebildet ist, dass der erste Kolben (4) eine dem zweiten Kolben (5) entgegengesetzte Bewegungsrichtung aufweist. 15

7. Ventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass am zweiten Kolben (5) eine Buchse (7) angeordnet ist, welche mit dem Fluidraum (6) in Verbindung steht.

8. Ventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, 20  
dass der zweite Kolben (5) als einstückiger, abgestufter Kolben ausgebildet ist.

9. Ventil nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Buchse (7) bzw. der einstückige, abgestufte Kolben gleichzeitig auch als Federsitz für eine Rückstellfeder (9) des hydraulischen Übersetzers aus- 25  
gebildet ist.

10. Ventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Rückstellfeder (9) gleichzeitig auch als Vorspannfeder für den Piezoaktor (2) ausgebildet ist. 30

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

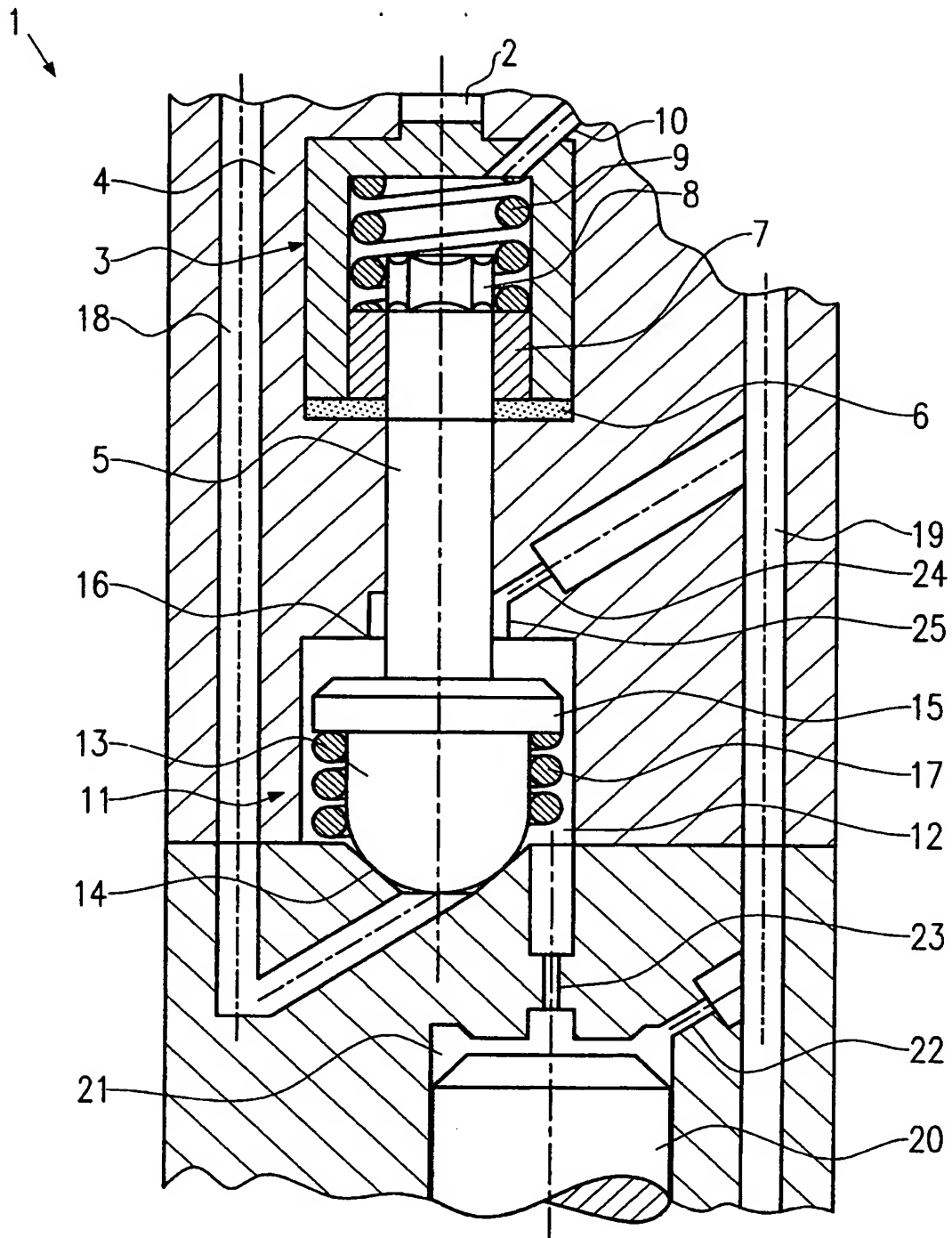


Fig. 1